

DERWENT-ACC-NO: 1999-482409

DERWENT-WEEK: 199941

COPYRIGHT 2008 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Acoustic velocity measurement in fluid pipes
for leakage inspection of water pipe has microphone set at
two points in fluid pipe, which detects time of sound wave
analyzed for propagated in fluid flow direction that is
waveform correlation coefficient calculation of detected

INVENTOR: SATO K; TACHIBANA H ; TAKEDA H

PATENT-ASSIGNEE: MITSUI ENG & SHIPBUILDING CO LTD[MITE]

PRIORITY-DATA: 1998JP-013274 (January 8, 1998)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
JP 11201812 A	July 30, 1999	JA

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
JP 11201812A	N/A	1998JP-013274
January 8, 1998		

INT-CL-CURRENT:

TYPE	IPC	DATE
CIPP	G01R5/00	20060101
CIPS	G01M3/24	20060101

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 11201812 A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - Acoustic velocity is computed from the detection time difference of propagated sound wave in the flow direction of fluid by microphones (12) immersed inside the fluid. Correlation coefficient of the detected waveforms

from microphone is calculated. DETAILED DESCRIPTION - The sound detection is done during steady state flow of liquid.

USE - In leakage inspection of pipings for water, LP gas, town gas, crude oil, and for chemical leakage in chemical processing plant.

ADVANTAGE - Accurate acoustic velocity measurement in fast flowing fluids is enabled, by detection of time difference calculation of sound from identical sound source. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows block diagram of leakage inspection system. (12) Microphone.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/3

TITLE-TERMS: ACOUSTIC VELOCITY MEASURE FLUID PIPE LEAK INSPECT WATER MICROPHONE

SET TWO POINT DETECT TIME SOUND WAVE PROPAGATE FLOW
DIRECTION
CORRELATE COEFFICIENT CALCULATE WAVEFORM

DERWENT-CLASS: S02

EPI-CODES: S02-E01; S02-J06A3;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: 1999-359463

特開平11-201812

(43) 公開日 平成11年(1999) 7 月30日

(54) Int.Cl.⁸
G 0 1 H 5/06
H G 0 1 M 3/24

公開番号

P 1
G 0 1 H 5/06
G 0 1 M 3/24

D

審査請求 未請求 請求項の数 2 FID (全 4 頁)

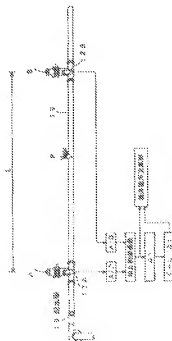
(21) 出願番号 特願平10-19274
(22) 出願日 平成10年(1998) 1 月 8 日(71) 出願人 000005002
三井造船株式会社
東京都中央区築地5丁目6番4号
(72) 発明者 竹田 博
岡山県玉野市赤3丁目1番1号 三井造船
株式会社玉野事業所内
(72) 発明者 佐藤 功一
岡山県玉野市赤3丁目1番1号 三井造船
株式会社玉野事業所内
(72) 発明者 橋 弘幸
岡山県玉野市赤3丁目1番1号 三井造船
株式会社玉野事業所内
(74) 代理人 弁護士 村上 友一 (外1名)

(54) 【発明の名称】 流体配管内の音速計測方法

(57) 【要約】

【課題】 水やガスなどの流動体を通過させている配管内で、流動体の音速の計測を簡便かつ精度よく計測する。

【解決手段】 流体配管10の流れ方向に間隔を置いて二点に水中マイク12を配置して内部流体を伝播する音を定常波状態で検出する。検出波形の相互相関係数を求めることによりボート16などの同一音源から出る音の伝播時間差を、流体中の伝播波形の時間差から音速を求める。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 流体配管の流方向に距離において該観点で内部流体を伝播する音を定常波状態で検出し、検出波形の相関係数を求めることにより流体中の伝播波形の時間差から音速を算出することを特徴とする流体配管内の音速計測方法。

【請求項2】 流体伝送手段の下流側で流体配管の流れ方向に沿った複数点で内部流体を伝播する音を検出し、各検出位置における検出波形の相関係数を求めることにより流体中の伝送流体伝送手段に起因する伝播波形の時間差から音速を算出することを特徴とする流体配管内の音速計測方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は流体配管内の音速計測方法に係り、特に上水、LPガス、都市ガス、原油、化学物質（化学プラント）などの流体配管網における不特定位置の漏洩箇所を早期に検出するシステムに適用することが好適な流体配管内の音速計測方法に関する。

【0002】

【従来の技術】上水、LPガス、都市ガス、原油、化学物質（化学プラント）などの流体配管網における漏食を防止することは資源の有効活用を向上させて極めて重要である。このため、従来から各種の漏洩検知が行われていた。例えば、水漏検知における漏水検知では、漏水検知以内外において、その位置の両端に設置する一対の水中マイクにより水中伝播音を検出する。一方の水中マイクの設置点を基準点とし、他方の水中マイクの設置点を対象点とし、軸点をPとすると、基準点Aにて検出した漏水点Pにおける漏水音と、対照点Aにて検出した漏水点Pにおける漏水音は同一と極めて類似した波形を有しているが、Pからまたはいままでの距離が算出するため、伝播時間差が生じる。この伝播時間差を知ることによって、基準点Aから対象点Pまでの距離Lは、方式により求めることができる。

【数1】

$$L = \frac{v \cdot t_m \cdot C}{2}$$

【0003】但し、LはA点とB点間の距離であり、vは漏水音伝播時間差、Cは漏水音伝播速度である。したがって、漏水音伝播時間差が判明すれば漏水点Pの位置を特定することができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記従来技術では漏水音検知は水などの流体中の音の伝播速度、すなわち音速である。これを設定するには、従来、理論式で行う方法と、ハンブリックによる実測方法とが知られている。前者は理論値と比較的高いとされているが、漏水位置の判定を行う場合には精度が不足する。また、音の伝播速度などの検出精度による誤差は許容できない。

後者の場合には、ハンブリックによる音の振動が音内容にならない場合があり、音速が計測できない場合がある。ハンブリックに時間を要するという問題もある。

【0005】本発明は、上記従来技術の問題点に着目し、水やガスなどの流動体を流流させている配管内で、流動体の音速の計測を簡便かつ精度よく計測することのできる方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明に係る流体配管内の音速計測方法は、第1に、流体配管の流方向に距離において複数点で内部流体を伝播する音を定常波状態で検出し、検出波形の相関係数を求めることにより流体中の伝播波形の時間差から音速を算出することを特徴としている。

【0007】第2には、流体伝送手段の下流側で流体配管の流れ方向に沿った複数点で内部流体を伝播する音を検出し、各検出位置における検出波形の相関係数を求めることにより流体中の伝送流体伝送手段に起因する伝播波形の時間差から音速を算出することを特徴とする。

【0008】

【発明の実施の形態】以下に、本発明に係る流体配管内の音速計測方法の具体的な実施形態を図面を参照して詳細に説明する。

【0009】図1は実施形態に係る流体配管内の音速計測方法を用いた上水道網の漏水検知システムの構成を示す概略図である。この音速計測方法は、監視区域内の上水道網の配水管1上に、管内流体中を伝播している音を検知するためのセンサとして水中マイク12を約1km程度の間隔において設置し、当該水中マイク12の検出信号を公衆電話回線を介して伝送しないセンタコントローラに送出可能としている。

【0010】水中マイク12は、配水管1上に適宜間隔を置いて設置された管に設置され、当該マイク12で検出した音を増幅する増幅器、並列にこの増幅器を公衆回線を通して前記センタコントローラに送出するモデムが付帯している。したがって、前記水中マイク12により、配水管1内の水を伝播する音が検出され、センタコントローラに収集され、記憶保持される。前記水中マイク12を含む一社のセンサ間の距離は検知距離であり、マイク12の移動により検知距離を変更して検知するようになっている。センタコントローラは検出されるように音速を算算するとともに、該音速所の位置処理をする。これは即時に監視区域の上水道配管網や漏水検知区域の表示、漏水量の算出結果などを検知システム表示装置、あるいはコンピュータに表示するものとされている。

【0011】センタコントローラにおける漏食検知処理は、例えば、相関分析型方式を用い、図2(a)の音を検知区域に既測定した音源位置11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35、36、37、38、39、40、41、42、43、44、45、46、47、48、49、50、51、52、53、54、55、56、57、58、59、60、61、62、63、64、65、66、67、68、69、70、71、72、73、74、75、76、77、78、79、80、81、82、83、84、85、86、87、88、89、90、91、92、93、94、95、96、97、98、99、100、101、102、103、104、105、106、107、108、109、110、111、112、113、114、115、116、117、118、119、120、121、122、123、124、125、126、127、128、129、130、131、132、133、134、135、136、137、138、139、140、141、142、143、144、145、146、147、148、149、150、151、152、153、154、155、156、157、158、159、160、161、162、163、164、165、166、167、168、169、170、171、172、173、174、175、176、177、178、179、180、181、182、183、184、185、186、187、188、189、190、191、192、193、194、195、196、197、198、199、200、201、202、203、204、205、206、207、208、209、210、211、212、213、214、215、216、217、218、219、220、221、222、223、224、225、226、227、228、229、230、231、232、233、234、235、236、237、238、239、240、241、242、243、244、245、246、247、248、249、250、251、252、253、254、255、256、257、258、259、260、261、262、263、264、265、266、267、268、269、270、271、272、273、274、275、276、277、278、279、280、281、282、283、284、285、286、287、288、289、290、291、292、293、294、295、296、297、298、299、300、301、302、303、304、305、306、307、308、309、310、311、312、313、314、315、316、317、318、319、320、321、322、323、324、325、326、327、328、329、330、331、332、333、334、335、336、337、338、339、340、341、342、343、344、345、346、347、348、349、350、351、352、353、354、355、356、357、358、359、360、361、362、363、364、365、366、367、368、369、370、371、372、373、374、375、376、377、378、379、380、381、382、383、384、385、386、387、388、389、390、391、392、393、394、395、396、397、398、399、400、401、402、403、404、405、406、407、408、409、410、411、412、413、414、415、416、417、418、419、420、421、422、423、424、425、426、427、428、429、430、431、432、433、434、435、436、437、438、439、440、441、442、443、444、445、446、447、448、449、450、451、452、453、454、455、456、457、458、459、460、461、462、463、464、465、466、467、468、469、470、471、472、473、474、475、476、477、478、479、480、481、482、483、484、485、486、487、488、489、490、491、492、493、494、495、496、497、498、499、500、501、502、503、504、505、506、507、508、509、510、511、512、513、514、515、516、517、518、519、520、521、522、523、524、525、526、527、528、529、530、531、532、533、534、535、536、537、538、539、540、541、542、543、544、545、546、547、548、549、550、551、552、553、554、555、556、557、558、559、560、561、562、563、564、565、566、567、568、569、570、571、572、573、574、575、576、577、578、579、580、581、582、583、584、585、586、587、588、589、590、591、592、593、594、595、596、597、598、599、600、601、602、603、604、605、606、607、608、609、610、611、612、613、614、615、616、617、618、619、620、621、622、623、624、625、626、627、628、629、630、631、632、633、634、635、636、637、638、639、640、641、642、643、644、645、646、647、648、649、650、651、652、653、654、655、656、657、658、659、660、661、662、663、664、665、666、667、668、669、670、671、672、673、674、675、676、677、678、679、680、681、682、683、684、685、686、687、688、689、690、691、692、693、694、695、696、697、698、699、700、701、702、703、704、705、706、707、708、709、710、711、712、713、714、715、716、717、718、719、720、721、722、723、724、725、726、727、728、729、730、731、732、733、734、735、736、737、738、739、740、741、742、743、744、745、746、747、748、749、750、751、752、753、754、755、756、757、758、759、760、761、762、763、764、765、766、767、768、769、770、771、772、773、774、775、776、777、778、779、780、781、782、783、784、785、786、787、788、789、790、791、792、793、794、795、796、797、798、799、800、801、802、803、804、805、806、807、808、809、810、811、812、813、814、815、816、817、818、819、820、821、822、823、824、825、826、827、828、829、830、831、832、833、834、835、836、837、838、839、840、841、842、843、844、845、846、847、848、849、850、851、852、853、854、855、856、857、858、859、860、861、862、863、864、865、866、867、868、869、870、871、872、873、874、875、876、877、878、879、880、881、882、883、884、885、886、887、888、889、890、891、892、893、894、895、896、897、898、899、900、901、902、903、904、905、906、907、908、909、910、911、912、913、914、915、916、917、918、919、920、921、922、923、924、925、926、927、928、929、930、931、932、933、934、935、936、937、938、939、940、941、942、943、944、945、946、947、948、949、950、951、952、953、954、955、956、957、958、959、960、961、962、963、964、965、966、967、968、969、970、971、972、973、974、975、976、977、978、979、980、981、982、983、984、985、986、987、988、989、990、991、992、993、994、995、996、997、998、999、1000、1001、1002、1003、1004、1005、1006、1007、1008、1009、1010、1011、1012、1013、1014、1015、1016、1017、1018、1019、1020、1021、1022、1023、1024、1025、1026、1027、1028、1029、1030、1031、1032、1033、1034、1035、1036、1037、1038、1039、1040、1041、1042、1043、1044、1045、1046、1047、1048、1049、1050、1051、1052、1053、1054、1055、1056、1057、1058、1059、1060、1061、1062、1063、1064、1065、1066、1067、1068、1069、1070、1071、1072、1073、1074、1075、1076、1077、1078、1079、1080、1081、1082、1083、1084、1085、1086、1087、1088、1089、1090、1091、1092、1093、1094、1095、1096、1097、1098、1099、1100、1101、1102、1103、1104、1105、1106、1107、1108、1109、1110、1111、1112、1113、1114、1115、1116、1117、1118、1119、1120、1121、1122、1123、1124、1125、1126、1127、1128、1129、1130、1131、1132、1133、1134、1135、1136、1137、1138、1139、1140、1141、1142、1143、1144、1145、1146、1147、1148、1149、1150、1151、1152、1153、1154、1155、1156、1157、1158、1159、1160、1161、1162、1163、1164、1165、1166、1167、1168、1169、1170、1171、1172、1173、1174、1175、1176、1177、1178、1179、1180、1181、1182、1183、1184、1185、1186、1187、1188、1189、1190、1191、1192、1193、1194、1195、1196、1197、1198、1199、1200、1201、1202、1203、1204、1205、1206、1207、1208、1209、1210、1211、1212、1213、1214、1215、1216、1217、1218、1219、1220、1221、1222、1223、1224、1225、1226、1227、1228、1229、1230、1231、1232、1233、1234、1235、1236、1237、1238、1239、1240、1241、1242、1243、1244、1245、1246、1247、1248、1249、1250、1251、1252、1253、1254、1255、1256、1257、1258、1259、1260、1261、1262、1263、1264、1265、1266、1267、1268、1269、1270、1271、1272、1273、1274、1275、1276、1277、1278、1279、1280、1281、1282、1283、1284、1285、1286、1287、1288、1289、1290、1291、1292、1293、1294、1295、1296、1297、1298、1299、1300、1301、1302、1303、1304、1305、1306、1307、1308、1309、1310、1311、1312、1313、1314、1315、1316、1317、1318、1319、1320、1321、1322、1323、1324、1325、1326、1327、1328、1329、1330、1331、1332、1333、1334、1335、1336、1337、1338、1339、1340、1341、1342、1343、1344、1345、1346、1347、1348、1349、1350、1351、1352、1353、1354、1355、1356、1357、1358、1359、1360、1361、1362、1363、1364、1365、1366、1367、1368、1369、1370、1371、1372、1373、1374、1375、1376、1377、1378、1379、1380、1381、1382、1383、1384、1385、1386、1387、1388、1389、1390、1391、1392、1393、1394、1395、1396、1397、1398、1399、1400、1401、1402、1403、1404、1405、1406、1407、1408、1409、1410、1411、1412、1413、1414、1415、1416、1417、1418、1419、1420、1421、1422、1423、1424、1425、1426、1427、1428、1429、1430、1431、1432、1433、1434、1435、1436、1437、1438、1439、1440、1441、1442、1443、1444、1445、1446、1447、1448、1449、1450、1451、1452、1453、1454、1455、1456、1457、1458、1459、1460、1461、1462、1463、1464、1465、1466、1467、1468、1469、1470、1471、1472、1473、1474、1475、1476、1477、1478、1479、1480、1481、1482、1483、1484、1485、1486、1487、1488、1489、1490、1491、1492、1493、1494、1495、1496、1497、1498、1499、1500、1501、1502、1503、1504、1505、1506、1507、1508、1509、1510、1511、1512、1513、1514、1515、1516、1517、1518、1519、1520、1521、1522、1523、1524、1525、1526、1527、1528、1529、1530、1531、1532、1533、1534、1535、1536、1537、1538、1539、1540、1541、1542、1543、1544、1545、1546、1547、1548、1549、1550、1551、1552、1553、1554、1555、1556、1557、1558、1559、1560、1561、1562、1563、1564、1565、1566、1567、1568、1569、1570、1571、1572、1573、1574、1575、1576、1577、1578、1579、1580、1581、1582、1583、1584、1585、1586、1587、1588、1589、1590、1591、1592、1593、1594、1595、1596、1597、1598、1599、1600、1601、1602、1603、1604、1605、1606、1607、1608、1609、1610、1611、1612、1613、1614、1615、1616、1617、1618、1619、1620、1621、1622、1623、1624、1625、1626、1627、1628、1629、1630、1631、1632、1633、1634、1635、1636、1637、1638、1639、1640、1641、1642、1643、1644、1645、1646、1647、1648、1649、1650、1651、1652、1653、1654、1655、1656、1657、1658、1659、1660、1661、1662、1663、1664、1665、1666、1667、1668、1669、1670、1671、1672、1673、1674、1675、1676、1677、1678、1679、1680、1681、1682、1683、1684、1685、1686、1687、1688、1689、1690、1691、1692、1693、1694、1695、1696、1697、1698、1699、1700、1701、1702、1703、1704、1705、1706、1707、1708、1709、1710、1711、1712、1713、1714、1715、1716、1717、1718、1719、1720、1721、1722、1723、1724、1725、1726、1727、1728、1729、1730、1731、1732、1733、1734、1735、1736、1737、1738、1739、1740、1741、1742、1743、1744、1745、1746、1747、1748、1749、1750、1751、1752、1753、1754、1755、1756、1757、1758、1759、1760、1761、1762、1763、1764、1765、1766、1767、1768、1769、1770、1771、1772、1773、1774、1775、1776、1777、1778、1779、1780、1781、1782、1783、1784、1785、1786、1787、1788、1789、1790、1791、1792、1793、1794、1795、1796、1797、1798、1799、1800、1801、1802、1803、1804、1805、1806、1807、1808、1809、1810、1811、1812、1813、1814、1815、1816、1817、1818、1819、1820、1821、1822、1823、1824、1825、1826、1827、1828、1829、1830、1831、1832、1833、1834、1835、1836、1837、1838、1839、1840、1841、1842、1843、1844、1845、1846、1847、1848、1849、1850、1851、1852、1853、1854、1855、1856、1857、1858、1859、1860、1861、1862、1863、1864、1865、1866、1867、1868、1869、1870、1871、1872、1873、1874、1875、1876、1877、1878、1879、1880、1881、1882、1883、1884、1885、1886、1887、1888、1889、1890、1891、1892、1893、1894、1895、1896、1897、1898、1899、1900、1901、1902、1903、1904、1905、1906、1907、1908、1909、1910、1911、1912、1913、1914、1915、1916、1917、1918、1919、1920、1921、1922、1923、1924、1925、1926、1927、1928、1929、1930、1931、1932、1933、1934、1935、1936、1937、1938、1939、1940、1941、1942、1943、1944、1945、1946、1947、1948、1949、1950、1951、1952、1953、1954、1955、1956、1957、1958、1959、1960、1961、1962、1963、1964、1965、1966、1967、1968、1969、1970、1971、1972、1973、1974、1975、1976、1977、1978、1979、1980、1981、1982、1983、1984、1985、1986、1987、1988、1989、1990、1991、1992、1993、1994、1995、1996、1997、1998、1999、2000、2001、2002、2003、2004、2005、2006、2007、2008、2009、2010、2011、2012、2013、2014、2015、2016、2017、2018、2019、2020、2021、2022、2023、2024、2025、2026、2027、2028、2029、2030、2031、2032、2033、2034、2035、2036、2037、2038、2039、2040、2041、2042、2043、2044、2045、2046、2047、2048、2049、2050、2051、2052、2053、2054、2055、2056、2057、2058、2059、2060、2061、2062、2063、2064、2065、2066、2067、2068、2069、2070、2071、2072、2073、2074、2075、2076、2077、2078、2079、2080、2081、2082、2083、2084、2085、2086、2087、2088、2089、2090、2091、2092、2093、2094、2095、2096、2097、2098、2099、2100、2101、2102、2103、2104、2105、2106、2107、2108、2109、2110、2111、2112、2113、2114、2115、2116、2117、2118、2119、2120、2121、2122、2123、2124、2125、2126、2127、2128、2129、2130、2131、2132、2133、2134、2135、2136、2137、2138、2139、2140、2141、2142、2143、2144、2145、2146、2147、2148、2149、2150、2151、2152、2153、2154、2155、2156、2157、2158、2159、2160、2161、2162、2163、2164、2165、2166、2167、2168、2169、2170、2171、2172、2173、2174、2175、2176、2177、2178、2179、2180、2181、2182、2183、2184、2185、2186、2187、2188、2189、2190、2191、2192、2193、2194、2195、2196、2197、2198、2199、2200、2201、2202、2203、2204、2205、2206、2207、2208、2209、2210、2211、2212、2213、2214、2215、2216、2217、2218、2219、2220、2221、2222、2223、2224、2225、2226、2227、2228、2229、2230、2231、2232、2233、2234、2235、2236、2237、2238、2239、2240、2241、2242、2243、2244、2245、2246、2247、2248、

する波形を波形生成手段にて合成し、この合成波形によって漏れの有無を判断するようになっている。この原理は次のようになっている。

【0012】ある漏れ検知区間において、その区間の両端に位置する一方の水中マイク12により水中伝達音を検知する。一方の水中マイク12の設置点を基準点とし、他方の水中マイク12の設置点を対照点とし、漏水点をPとすると、基準点Aにて検出した漏水伝音における漏水点と、対照点Bにて検出した漏水点における漏水音は同一の極めて類似した波形を有しているが、PからAまたはBまでの距離が異なるため、伝達時間差が生じる。この伝達時間差を知ることによって、基準点Aから漏水点までの距離1/2を、前述した式により求めることができる。

【0013】ところで、上式の漏れ検知で重要な要素は水などの流体中の音の伝播速度、すなわち音速であるが、音速は配管内部を流流す水そのものの流体により異なることと、温度条件等によって変動するため、その都度検出している、漏れ検知所の検出誤差となって現れる。そこで、この音速に代るために、この実施形態では、水中マイク12による集音波形をA、Bで検出することによってデジタル化し、相互相関係数を求めることによって、遅れ時間差Δを求め、これから、次式により音速を算出するようにしている。

【数1】

$$c = \frac{L}{\Delta t}$$

但し、Lは何を意味しているセンサ12間の距離である。

【0014】配管内部を定常状態で水などの流体が流れている場合には、図2のように、距離を置いて配置された各の水中マイク12により流体伝音手段としての例えばポンプ11の音を含む波形が観測される。そこで、2つのセンサマイク12A、12Bにこのポンプ音が到達する時間差Δを求めることにより、既述のセンサ間距離Lから音速cが求まる。図3のセンサ間距離Lから音速cが求まる。

【0015】この実施形態によって各水中マイク12により検出した波形を、上図例では図2(1)に示すように「距離Lを同一(2)」に示すようなものとした。この両者を比較すると、極めて類似している。したがって、センサマイクAで検出した波形とセンサマイクB

で検出した波形をデジタル化した信号から相互相関係数 r_{xy} を次式に基づいて求める。

【数1】

$$r_{xy}(m) = \frac{1}{N\sigma_x\sigma_y} \sum_{n=0}^{N-1} x_n y_{n+m}$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} (x_n - \bar{x})^2}$$

【0016】このようにして漏れで検出された配管等内部の波形と下流側で検出された配水管内部の波形の相互相関係数を算出して、同一音の時間遅れを算出し、図3に示すようなピーク値を検出することができ、このピーク値が発生した時間からΔとして距離を求めることができる。この遅延時間を既述のマイク間距離Lとともに、式2に代入することにより、換算に音速を算出することができるのである。

【0017】なお、配管流体は水に限定せず、エーサス、重水素、原油、化学物質（化学プラント）などの異なる媒質の流体が配管を流している場合に適用することができる。

【0018】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る音速計測方法は、流体配管の流れ方向に距離を置いて複数点で内部流体を伝播する音を定常流状態で検出し、検出波形の相関係数を求めることにより流体中の伝播波形の時間差から音速を算出するように構成したので、漏れ追迹に流体を流流させた状態で計測することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態に係る流体配管内部の音速計測方法及び適用される漏れ検査システムの構成ブロック図である。

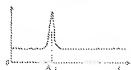
【図2】配管に取り付けたセンサ（水中マイク）による検出波形である。

【図3】何のマイクから検出された波形から相互相関係数の検出例である。

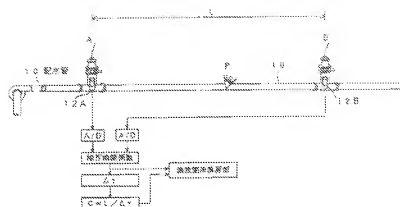
【符号の説明】

- 10 配水管
- 12 水中マイク（検出センサ）
- 16 ポンプ

【図3】



【図1】



【図2】

